

# BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND



## Prioritätsbescheinigung DE 100 33 632.9 über die Einreichung einer Patentanmeldung

**Aktenzeichen:** 100 33 632.9

**Anmeldetag:** 11. Juli 2000

**Anmelder/Inhaber:** Heraeus Quarzglas GmbH & Co. KG,  
63450 Hanau/DE

**Bezeichnung:** Verfahren zur Herstellung rotationssymmetrischer  
Quarzglastiegel und Vorrichtung zur Durchführung  
des Verfahrens

**IPC:** C 03 B 20/00, C 03 B 19/09

Die angehefteten Stücke sind eine richtige und genaue Wiedergabe der Teile der am 11. Juli 2000 eingereichten Unterlagen dieser Patentanmeldung unabhängig von gegebenenfalls durch das Kopierverfahren bedingten Farbabweichungen.

München, den 6. August 2007  
Deutsches Patent- und Markenamt  
Der Präsident  
Im Auftrag



## Patentanmeldung

Heraeus Quarzglas GmbH & Co. KG

### Verfahren zur Herstellung rotationssymmetrischer Quarzglastiegel und Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Herstellung rotationssymmetrischer Quarzglastiegel, bei dem ein Lichtbogen mittels einer Elektrodenanordnung erzeugt und so eine Wandung oder ein Abschnitt einer Wandung des hierbei rotierenden Quarzglastiegels erhitzt wird. Weiterhin betrifft die Erfindung eine Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens.

Ein Verfahren und eine Vorrichtung der genannten Art werden in der Praxis aufgrund ihrer hohen Wirtschaftlichkeit vielfach eingesetzt. Eine in Rotation versetzte Schmelzform wird hierzu teilweise mit einer  $\text{SiO}_2$ -Körnung gefüllt, wobei dies eine natürliche oder synthetische  $\text{SiO}_2$ -Körnung sein kann. Mit Hilfe einer Schablone wird während der Rotation aus der Körnung eine Vorform des späteren Quarzglastiegels erstellt. Danach wird mittels der Elektrodenanordnung ein Lichtbogen gezündet und in verschiedenen Ebenen an der rotierenden Wandung des Quarzglastiegels entlanggeführt, wobei die Quarzglaskörnung zu einer glasigen Wand in Form des Quarzglastiegels geschmolzen wird. Nach dem Abkühlen des Quarzglastiegels ist dessen endgültige Form bereits geschaffen, wobei die Innenseite der Wandung glasiert ist, während an der Außenseite der Wandung noch  $\text{SiO}_2$ -Körnung anhaftet, die einem nachfolgenden Arbeitsschritt abgerieben oder abgeschliffen wird. Die Außenseite ist unglasiert.

Ein solches Verfahren ist auch Gegenstand der DE 197 10 672 A1, bei dem zusätzlich durch Einstreuen von  $\text{SiO}_2$ -Körnung mit weiteren Bestandteilen ein schichtartiger Aufbau mit speziellen Eigenschaften hergestellt wird.

Von grundsätzlicher Bedeutung für das Verfahren ist die Einhaltung einer insbesondere durch die geometrischen Abmessungen des Quarzglastiegels bestimmten Drehzahl der Schmelzform, weil die hierbei auftretenden Fliehkräfte die  $\text{SiO}_2$ -Körnung in der mittels Schablone vorgeform-

ten Form halten. Dabei führt eine unzureichende Drehzahl mit entsprechend geringen Fliehkräften dazu, daß die lose  $\text{SiO}_2$ -Körnung nicht in der gewünschten Position gehalten werden kann und teilweise in der Schmelzform zu Boden rutscht. Im Gegensatz hierzu führt eine zu hohe Drehzahl dazu, daß die Bodenschicht des Quarzglasriegels nach außen verlagert wird und dabei aufreißt. Die Drehzahl ist demnach nur sehr eingeschränkt variabel.

Als nachteilig erweist sich dabei, daß eine ausreichend hohe und gleichmäßige Erhitzung der Wandung, insbesondere bei großen Quarzglasriegeln nur dadurch erreicht werden kann, daß die Elektrodenanordnung mit einer hohen Wärmeleistung betrieben wird. Dabei kann es jedoch beim Einstreuen von  $\text{SiO}_2$ -Körnung zu Verdampfungserscheinungen und Blasenbildung kommen, wodurch die Qualität des Endproduktes erheblich verschlechtert wird. Außerdem wird die Aufbaurrate für die Innenschicht reduziert (Folge größere Verdampfungen). Weiterhin bedingt die partielle Erhitzung eines Abschnittes der rotierenden Wandung eine Abkühlphase entsprechend der Dauer einer vollen Umdrehung bis der Abschnitt der Wandung erneut in die Erhitzungszone eintritt, deren Dauer insbesondere bei geringen Drehzahlen und großen Durchmessern des Quarzglasriegels zu starken Temperaturschwankungen und damit zu Qualitätseinbußen führt.

Vor diesem Hintergrund liegt der Erfindung die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren der Eingangs genannten Art derart weiterzubilden, daß unabhängig von der Drehzahl des rotierenden Quarzglasriegels die auftretende Temperaturdifferenz wesentlich vermindert werden kann, um so insbesondere unerwünschte Verdampfungen und Blasenbildungen durch starke Erhitzung bzw. Abkühlung weitgehend ausschließen zu können. Weiterhin soll eine Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens geschaffen werden.

Die erstgenannte Aufgabe wird erfindungsgemäß dadurch gelöst, daß durch zumindest eine weitere Elektrodenanordnung ein weiterer Abschnitt der Wandung des Quarzglasriegels erwärmt wird. Hierdurch kann jede einzelne Elektrodenanordnung mit einer verminderten Wärmeleistung betrieben werden. Daher können Verdampfungserscheinungen, insbesondere beim Einstreuen der  $\text{SiO}_2$ -Körnung weitgehend ausgeschlossen werden. Zudem kann dadurch bei einer geometrisch vorbestimmten Drehzahl die Dauer der Abkühlungsphase, bis ein jeweiliger Abschnitt der Wandung erneut in eine nachfolgende Erhitzungszone der nächsten Elektrodenanordnung eintritt, deutlich verkürzt werden. Die auftretenden Temperaturdifferenzen werden somit erheblich verringert. Die Dicke einer durch das Einstreuen der  $\text{SiO}_2$ -Körnung erzeugten Innenschicht kann dabei zugleich erhöht werden, wobei zudem der bei höherer Wärmeleistung nach dem Stand der Technik verdampfende Anteil der  $\text{SiO}_2$ -Körnung zum Aufbau der Innen-

schicht mit einem größeren Anteil zur Verfügung steht. Dabei entfällt auch der zusätzliche Aufwand zum Absaugen der verdampfenden Bestandteile der  $\text{SiO}_2$ -Körnung, so daß eine weitgehende Automatisierung des Herstellungsverfahrens realisiert werden kann. Außerdem wird dabei auch die Dauer des Herstellungsverfahrens verkürzt, wodurch eine bessere Auslastung der Anlage und damit auch eine Steigerung der Wirtschaftlichkeit verbunden ist.

Hierbei wird eine besonders vorteilhafte Weiterbildung des Verfahrens dadurch erreicht, daß durch die Elektrodenanordnung verschiedene in Richtung der Rotationsachse des Quarzglasriegels voneinander entfernte Abschnitte erhitzt werden. Durch die hierzu in einer unterschiedlichen vertikalen Position vorgesehenen Elektrodenanordnungen kann ein großflächiger Wärmeeintrag und damit eine Verkürzung der Verfahrensdauer erreicht werden. Zugleich wird dabei eine gleichmäßigere Erwärmung des Quarzglasriegels mit einer entsprechend verbesserten Qualität erreicht.

Die zweite genannte Aufgabe, eine Vorrichtung zur Herstellung eines rotationssymmetrischen Quarzglasriegels durch abschnittsweise Erwärmung mittels einer zur Erzeugung eines Lichtbogens vorgesehenen Elektrodenanordnung, bestehend aus einer oder mehreren Anoden und einer Kathode, zu schaffen, wobei der Quarzglasriegel um seine Rotationsachse drehbar ist, wird erfindungsgemäß dadurch gelöst, daß die Vorrichtung zusätzlich zu der ersten Elektrodenanordnung mit zumindest einer weiteren Elektrodenanordnung, bestehend aus einer oder mehrerer Anoden und einer Kathode, ausgestattet ist, welche einem der ersten Elektrodenanordnung abgewandten Abschnitt des Quarzglasriegels zugeneigt ist. Hierdurch kann die Temperatur des Quarzglasriegels unabhängig von der Drehzahl auf einem vergleichsweise hohen Niveau gehalten werden, so daß die auftretenden Temperaturdifferenzen wesentlich geringer ausfallen. Dabei erreicht ein durch den Lichtbogen der ersten Elektrodenanordnung erhitzter Abschnitt der Oberfläche, insbesondere der Wandung oder der Bodenfläche, bereits nach einer geringen Drehwinkeländerung die Erhitzungszone des Lichtbogens der zweiten Elektrodenanordnung, wobei die einzelnen Elektrodenanordnungen mit einer verminderten Wärmeleistung betrieben werden können. Durch die damit verbundenen verminderten Verdampfungserscheinungen können einerseits zusätzliche Maßnahmen zum Absaugen der verdampften Bestandteile entfallen, andererseits erhöht sich der nutzbare Anteil der eingestreuten  $\text{SiO}_2$ -Körnung, so daß ein schneller Aufbau einer Innenschicht mit einer erheblich größeren Schichtdicke erreicht wird. Zudem entsteht eine im wesentlichen blasenfreie Innenschicht, wodurch höhere Qualitätsanforderungen problemlos realisierbar sind. Der Ausschußanteil des so geschaffenen Quarzglasriegels und die Dauer des Herstellungsverfahrens wird zugleich vermindert, so daß eine verbesserte Wirtschaftlichkeit des Herstellungsverfahrens gegeben ist. Weiterhin können da-

durch auch wesentlich größere Tiegeldurchmesser hergestellt werden als dies nach dem Stand der Technik bisher möglich war.

Eine besonders vorteilhafte Ausführungsform der Erfindung ist dadurch gegeben, daß die Elektrodenanordnungen in verschiedenen, in Richtung der Rotationsachse des Quarzglasriegels voneinander beabstandeten Positionen angeordnet sind. Hierdurch kann eine großflächige Erwärmung beispielsweise über einen Teil oder die Gesamthöhe der Wandung des Quarzglasriegels erfolgen, um so eine gleichmäßige Erwärmung zu erreichen. Neben einer Qualitätssteigerung wird dabei auch die erforderliche Dauer des Herstellungsverfahrens, und dadurch der Herstellungsaufwand vermindert.

Dabei ist es auch besonders günstig, wenn die Elektrodenanordnungen voneinander unabhängig verfahrbar sind. Hierdurch kann eine optimale Anpassung an unterschiedliche Formen des Quarzglasriegels durch einen entsprechend abgestimmten Abstand zu der Wandung erfolgen. Daher kann die mit der Vorrichtung erreichbare Qualität weiter verbessert werden, wobei insbesondere auch aufwendige, von einer einfachen Topf- oder Zylinderform abweichende Formen eines Quarzglasriegels mit beispielsweise auch größeren Durchmessern ohne konstruktive Änderungen an der Vorrichtung herstellbar sind.

Hierzu ist eine Weiterbildung der Erfindung besonders gut geeignet, bei der die Elektrodenanordnungen bezüglich des Umfanges des Quarzglasriegels gleich verteilt angeordnet sind. Die durch die geometrischen Abmessungen einschließlich der daraus resultierenden Drehzahl des Quarzglasriegels bestimmte Abkühlungsdauer eines Abschnittes der Wandung zwischen zwei aufeinander folgenden Erhitzungszonen der verschiedenen Elektrodenanordnungen ist dadurch konstant, so daß eine unerwünschte Temperaturschwankung verhindert werden kann. Die so ausgestattete Vorrichtung führt dadurch zu einer weiteren Steigerung der Qualität.

Dabei ist eine andere vorteilhafte Abwandlung der Erfindung dadurch gegeben, daß zumindest eine Elektrodenanordnung mit einer Zuführung für  $\text{SiO}_2$ -Körnung versehen ist, während zumindest eine weitere Elektrodenanordnung ausschließlich zur Erhitzung vorgesehen ist. Hierdurch wird eine Vereinfachung der Vorrichtung und deren Steuerung erreicht, wobei eine Elektrodenanordnung ausschließlich zur Erhitzung eines Abschnittes der Wandung verwendet wird, während in den Lichtbogen einer weiteren Elektrodenanordnung zusätzlich  $\text{SiO}_2$ -Körnung eingestreut wird und so eine Innenschicht des Quarzglasriegels aufgebaut wird.

Die Erfindung läßt verschiedene Ausführungsformen zu. Zur weiteren Verdeutlichung ihres Grundprinzips ist eine davon in der Zeichnung dargestellt und wird nachfolgend beschrieben. Diese zeigt in einer seitlichen Schnittdarstellung eine Schmelzform 1 mit einem darin einge-

etzten und als Tiegel ausgeführten Quarzglasiegel 2. Oberhalb einer Öffnung 3 des Quarzglasiegels 2 ist eine mit einem als Kühlplatte ausgeführten Kühlkörper 4 ausgestattete Vorrichtung 5 positioniert, durch die eine erste Elektrodenanordnung 7 und eine weitere Elektrodenanordnung 8 in einen Innenraum 6 des Quarzglasiegels 2 hineinragt. Diese jeweils mit einer oder mehreren Anoden 9 und einer Kathode 10 ausgestatteten Elektrodenanordnung 7, 8 bilden nach dem Zünden eines Lichtbogens jeweils eine Erhitzungszone 11, 12 im Bereich einer Wandung 13 des Quarzglasiegels 2. In diesen Erhitzungszonen 11, 12 wird jeweils ein Abschnitt 14, 15 der Wandung 13 erhitzt, wobei die Erhitzungsdauer eines jeweiligen Abschnittes 14, 15 durch die Drehzahl des hierbei um eine Rotationsachse 16 rotierenden Quarzglasiegels 2 bestimmt ist. Die Drehzahl ist ihrerseits insbesondere durch die Geometrie des Quarzglasiegels 2 weitgehend festgelegt, weil das zunächst ungebunden gegen die Schmelzform 1 anliegende und den späteren Quarzglasiegel 2 bildende  $\text{SiO}_2$ -Körnung ausschließlich durch die Fliehkraft bei der Rotation in einer durch eine Schablone vorgeformten Form gehalten wird. Dabei führt eine zu hohe Drehzahl des Quarzglasiegels 2 insbesondere im Bereich eines Bodens 17 des Quarzglasiegels 2 zu einer unerwünschten nach außen gerichteten Verlagerung der  $\text{SiO}_2$ -Körnung, während demgegenüber eine zu geringe Drehzahl zu einem Abgleiten der Körnung in der Schmelzform 1 nach unten führt. Durch die Verwendung von zwei Elektrodenanordnungen 7, 8 wird daher die Dauer der Abkühlphase eines Abschnittes 14, 15 zwischen den jeweils aufeinander folgenden Erhitzungszonen 11, 12 verkürzt und daher die Temperaturdifferenz der Wandung 13 verringert. Zugleich kann dabei die Wärmeleistung jeder einzelnen Elektrodenanordnung 7, 8 verringert werden, so daß auftretende Verdampfungen von Bestandteilen der eingestreuten  $\text{SiO}_2$ -Körnung in lediglich geringem Umfang auftreten und so ein weitgehend blasenfreies Endprodukt entsteht.

### Bezugszeichenliste

1	Schmelzform
2	Quarzglastiegel
3	Öffnung
4	Kühlkörper
5	Vorrichtung
6	Innenraum
7	Elektrodenanordnung
8	Elektrodenanordnung
9	Anode
10	Kathode
11	Erhitzungszone
12	Erhitzungszone
13	Wandung
14	Abschnitt
15	Abschnitt
16	Rotationsachse
17	Boden

## Patentansprüche

Verfahren zur Herstellung rotationssymmetrischer Quarzglasriegel, bei dem ein Lichtbogen mittels einer Elektrodenanordnung erzeugt und so eine Wandung oder ein Abschnitt einer Wandung des hierbei rotierenden Quarzglasriegels erhitzt wird, **dadurch gekennzeichnet**, daß durch zumindest eine weitere Elektrodenanordnung ein weiterer Abschnitt der Wandung des Quarzglasriegels erwärmt wird.

Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, daß durch die Elektrodenanordnung verschiedene in Richtung der Rotationsachse des Quarzglasriegels voneinander beabstandete Abschnitte erhitzt werden.

Vorrichtung zur Herstellung eines rotationssymmetrischen Quarzglasriegels durch abschnittsweise Erwärmung mittels einer zur Erzeugung eines Lichtbogens vorgesehenen Elektrodenanordnung, bestehend aus einer oder mehreren Anoden und einer Kathode, wobei der Quarzglasriegel um seine Rotationsachse drehbar ist, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Vorrichtung (5) zusätzlich zu der ersten Elektrodenanordnung (7) mit zumindest einer weiteren Elektrodenanordnung (8), bestehend aus einer oder mehreren Anoden (9) und einer Kathode (10), ausgestattet ist, welche einem der ersten Elektrodenanordnung (7) abgewandten Abschnitt (15) des Quarzglasriegels (2) zugeneigt ist.

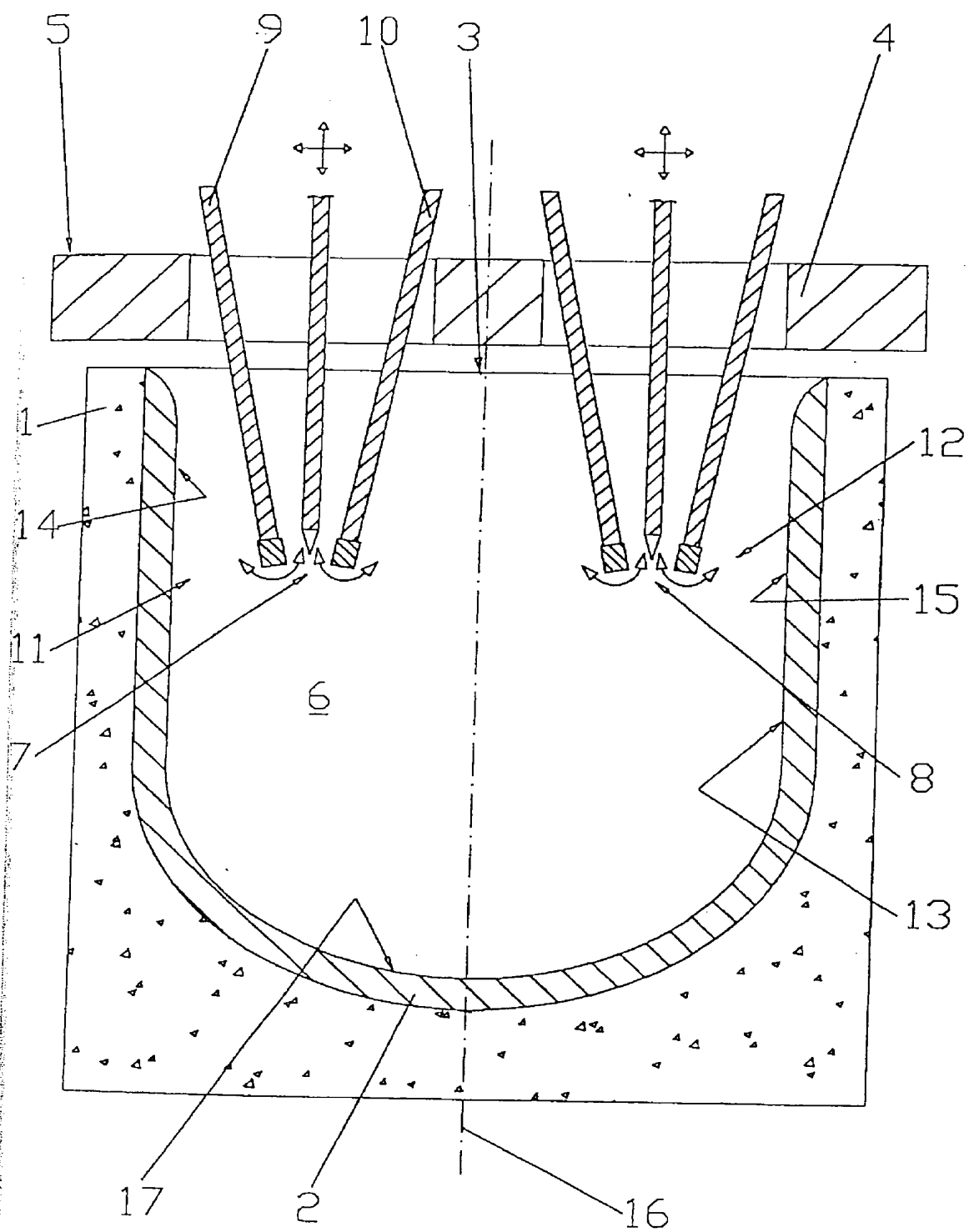
4. Vorrichtung nach Anspruch 3, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Elektrodenanordnungen (7, 8) in verschiedenen, in Richtung der Rotationsachse (16) des Quarzglasriegels (2) voneinander beabstandeten Positionen angeordnet sind.

5. Vorrichtung nach Anspruch 3 oder 4, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Elektrodenanordnungen (7, 8) voneinander unabhängig verfahrbar sind.

6. Vorrichtung nach zumindest einem der Ansprüche 3 bis 5, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Elektrodenanordnungen (7, 8) bezüglich des Umfanges des Quarzglasriegels (2) gleich verteilt angeordnet sind.



Vorrichtung nach zumindest einem der Ansprüche 3 bis 6, **dadurch gekennzeichnet**, daß zumindest eine Elektrodenanordnung (7, 8) mit einer Zuführung für  $\text{SiO}_2$ -Körnung versehen ist, während zumindest eine weitere Elektrodenanordnung (7, 8) ausschließlich zur Erhitzung vorgesehen ist.



### Zusammenfassung

Bei einer Vorrichtung (5) zur Herstellung eines Quarzglasriegels (2) wird durch zumindest zwei im Umfang des Quarzglasriegels (2) gleich verteilte Elektrodenanordnungen (7, 8) jeweils ein Abschnitt (14, 15) einer Wandung (13) des hierbei rotierenden Quarzglasriegels (2) erhitzt. Durch den Einsatz mehrerer Elektrodenanordnungen (7, 8) kann die Abkühlphase der Abschnitte (14, 15) bis zum Erreichen der nachfolgenden Erhitzungszone (11, 12) verkürzt und dadurch eine unerwünscht hohe Temperaturdifferenz der Wandung (13) verhindert werden. Zugleich kann die erforderliche Wärmeleistung jeder einzelnen Elektrodenanordnung (7, 8) verringert werden, so daß Verdampfungserscheinungen und die dabei auftretende Blasenbildung verringert werden. Neben den damit erreichbaren erhöhten Qualitätsanforderungen wird zugleich auch die Dauer des Herstellungsverfahrens verkürzt.

(einzige Figur)